

### 第3章 調査結果を踏まえて

## 第3章 調査結果を踏まえて

### 3-1 調査結果の概要（団長所感）

本調査団では、アレキパ、モケグア、タクナの各被災地の調査を行うとともに、各被災地及びリマ市において関係機関との協議、情報収集等を行った。

今回の地震は、マグニチュード8.1と規模が大きかったものの、各被災地においては特に大きな地震動が観測されたわけではない。

そのため、鉄筋コンクリート造、レンガ造等、構造を問わず、適切な設計がなされ、しっかりした施工の建物については、大きな被害を受けたものは少ないように感じられた。

逆に大きな被害を受けた建物については、古いもの、施工の悪いものに集中している。

SENCICOでは、被害が大きくなった原因を以下の四点に整理しており、これについては本調査団も同見解である。

- ・ 建物の地盤の悪さ  
（モケグアにおける液状化地盤等）
- ・ 構造設計の不備  
（耐震要素の不足等）
- ・ 使用材料の悪さ  
（強度不足の材料の使用による被害）
- ・ 工事施工の悪さ  
（アドベの積み方の不良等）

これらについては、単独の要因で被害を生じているものもあるが、複数の要因が関係して甚大な被害に至っているものが多い。

ペルーの建設事情として、低所得者層を中心に自力で（または友人等の助けを借りて）家を建てるものがあり、費用の関係で適切な材料を使用せず、また、十分な知識もないため、施工が悪く大きな被害が見られた。このため、費用の安いアドベ造に被害が多かったものと考えられる。

このため、上記の要因の排除にあたっては、設計者、技術者および建設業者等に対する指導普及だけでは不十分であり、一般市民に対して適切な情報が伝えられるように配慮すべきである。

わが国は、これまでCISMIDに対し、プロジェクト式技術協力、その後のフォローアップ等を通じて、各種構造に関する研究危険度マップの作成、各種基準の作成への貢献等着実に成果を挙げている。

各種の研究結果を反映した国家建築規則では、耐震性能の強化が図られており、この規則に適合した建物については、大きな被害は出ていない。

しかし、この規則で対象となっていない石造（シジャール等）についての研究は今後進めていく必要がある。

また、ペルーの地層は乾燥した砂地盤が多いが、一部に水分を含むと膨張する膨潤土があり、これによる被害も見られるため、地盤の評価、地震以外の災害（津波、土砂災害、水害）も考慮した危険度マップの充実も今後の被害の減少に役立つものと考えられる。

今回の震災の復興にあたっては、構造形式によらず、構造耐力を担保するため、適切な施工を行い、品質確保を図ることが今後の新たな被害を防止する上でも必要である。

このため、建設作業に従事する労働者、管理者の技術力の向上を図るとともに、自ら建設するものに対しても、各種の工法、研修を通じて、普及を図ることが必要である。

SENCICOは、各種の基準の策定業務も行うとともに、建設業の労務者、管理者に対して、研修訓練を行っており、各地に支部を有しているため、SENCICOを活用して、広く技術の普及を図ることが望ましいと考えられる。

また、SENCICOはクロイワ教授を始め、CAPECO、CISMID、UNDPからも技術の普及に関して、高い評価を得ていた。

INCでは、被災した歴史的建造物を保存修復するための保存方法に関するセミナーのための専門家の派遣を求めたいとしている。

南部地域の復興のため、南部開発機構（ORDESUR）が新しく設置され、開発計画の作成、実施を担当している。今後の協力にあたっては、同機構との調整が必要となろう。

今回調査したタクナの病院においては、建物の構造的な被害は甚大ではなかったものの、電気、設備、衛生配管等の設備面の被害が大きく、入院は行わず救急医療のみを行っていた。地域の中核病院であることを鑑みると、人道的観点からも早急な対応が望まれる。

なお、SENCICOでは、以下のようなテーマについての専門家の派遣要請を検討している。

（短期的に対応すべきもの）

- ・改修計画作成のための専門家
- ・低コスト住宅建設のための新技術に関する専門家
- ・建築の新材料に関する専門家

(中長期的な観点に立つもの)

- ・低コスト住宅建設のための新技術に関する専門家
- ・遠隔地での研修に関する専門家
- ・実験に関する構造の専門家
- ・実験器具の管理、検査に関する専門家
- ・地質学に関する専門家

以上、調査結果を踏まえ、ペルー南部地震復興に係る支援協力候補案件について、3-2において協力分野ごとに対象を整理し、3-3においては具体的に想定される協力について相手機関名等についても記述した形で表にまとめた。

### 3-2 ペルー南部地震復興に係る支援協力候補案件

協力分野ごとに対象を整理した。

協力分野	協力案件	研究	調査、開発	普及
耐震補強技術関係	鉄筋コンクリート造	ペルーのRC造への適用確認実験		日本の技術の紹介・普及 (対象：技術者)
	れんが造、アドベ造、石造	補強技術の研究のまとめ 確認実験		ペルー等の既存の研究成果の紹介。普及 (対象：技術者、一般)
	新技術（免震、制震）			日本の技術の紹介 (対象：研究者、技術者)
	耐震補強の品質管理			日本の品質管理技術の紹介・普及 (対象：技術者、一般)
耐震構造関係	鉄筋コンクリート造			正しい構造詳細の普及 (対象：技術者)
	れんが造、アドベ造			正しい構造詳細の普及 (対象：技術者、一般)
	石造	構造性能評価実験		正しい構造詳細の普及 (対象：技術者、一般)
地震観測関係	強震観測	ペルーの地震動の性質評価	強震観測機器の設置	地震動の性質の普及 (対象：行政、技術者、一般)

危険度評価関係	地盤・地形	各都市の地盤・地形の危険度評価	危険度の情報提供 (対象：行政、技術者、一般)
	その他(津波、土砂災害、水害)	危険度評価法に関する研究	危険度の情報提供 (対象：行政、技術者、一般)
材料関係	れんが造、アドベ造、石造	既存材料の性能調査 既存材料の仕様、価格の調査	良い材料に関する情報提供 (対象：生産者、技術者、一般)
	コンクリート、レンガ等	既存材料の仕様、価格の調査	良い材料に関する情報提供 (対象：生産者、技術者、一般)
品質管理関係	施工管理の技術基準 (鉄筋コンクリート造、レンガ造等)	施工管理の技術基準の作成	研修の強化 セミナーの実施 (対象：労働者、現場管理者、技術者、一般)
	資格制度	資格制度の検討	活用 (対象：発注者、受注者)
歴史的建造物	歴史的建造物(レンガ造)		事例の紹介 (対象：保護行政担当者)

	新技術 (免震、制震)			日本の技術の紹介 ・セミナー開催支援② ・短期専門家派遣③ ・CISMID ・対象 (研究者、高度な技術者)
	耐震補強の品質管理		耐震補強品質管理マニュアル (詳細版・要約版、簡易版) の作成 ・成果の出版支援 ・研修員受け入れ① ・CISMID 簡易版は SENCICO	日本の品質管理技術の紹介 ・セミナー開催支援② ・短期専門家派遣③ ・CISMID ・対象 (研究者、高度な技術者) 品質管理マニュアルの普及 ・普及支援④ ・短期専門家派遣⑤ ・SENCICO ・対象 (技術者、一般)
耐震構造関係	鉄筋コンクリート造			正しい構造詳細の普及 (対象：技術者)
	れんが造、アドベ造			正しい構造詳細の普及 (対象：技術者、一般)
	石造	構造性能評価実験		正しい構造詳細の普及 (対象：技術者、一般)
地震観測関係	地震観測	ペルールの地震動の性質評価	強震観測機器の設置	地震動の性質の普及 (対象：行政、技術者、

危険度評価関係	地盤・地形			各都市の地盤・地形の危険度評価	危険度の情報提供 (対象：行政、技術者、一般)
	その他(津波、土砂災害、水害)	危険度評価法に関する研究		各地域の危険度評価	危険度の情報提供 (対象：行政、技術者、一般)
材料関係	れんが造、アドベ造、石造	規格に関する研究		既存材料の性能調査 既存材料の仕様、価格の調査	良い材料に関する情報提供 (対象：生産者、技術者、一般)
	コンクリート、レンガ等			既存材料の仕様、価格の調査	良い材料に関する情報提供 (対象：生産者、技術者、一般)
品質管理関係	施工管理の技術基準 (鉄筋コンクリート造、レンガ造等)			施工管理の技術基準の作成	研修の強化 セミナーの実施 (対象：労働者、現場管理者技術者、一般)
	資格制度			資格制度の検討	活用 (対象：発注者、受注者)
歴史的建造物	歴史的建造物(レンガ造)				実例の紹介 (対象：保護行政担当者)

上記表に基づき、具体の案件ごとに羅列した。

#### (1) 耐震技術関係

##### ① 耐震性能、建物危険度の判定

建物の危険度を事前に把握することは、地震災害を軽減する上で重要であるが、ペルーでは、地震前に実施されなかった。地震後、モケグア県では、実施された例がある。また、CISMID では、現在 R/C フレームにレンガ壁を挿入した構造形式の建物に対して、危険度判定表を作成している。それに対して、日本では、既に危険度判定の技術が、木造・R/C 造・鉄骨造建物に対して確立している。

ペルーの R/C 造建物に対し、日本の R/C 造用の危険度判定手法の読み替えを行い、危険度判定の実施を行う。

ペルー独特の構造形式（アドベ、キンチャ、レンガ、シジャール造）に対して、日本の危険度判定手法の Concept を利用して、独自の危険度判定手法の開発を行う。このためには、そういった構造物の載荷確認実験も必要となるであろう。その実験実施および判定手法確立に日本の知識の伝達を行う。こ

SENCICO のコースに建物の危険度判定に関する物を加える。簡単な危険度判定シートを作成・配布する。

##### ②シジャールを用いた建物の耐震補強に関する協力

シジャールは、アレキパ県で建築材料として用いられている石材である。県中心部では、歴史建造物にのみ使われている程度ではあるが、そのコストがレンガ造よりも安いことから、中心部を外れると、主に貧困層を中心に現在も使われ続けている。しかし、ペルー国内には、このシジャールの材料的特性、およびシジャールを用いた構造物の特性に関してのデータが極端に欠如しており、現状ではシジャールを用いた建物の耐震性能を向上させる有効な方法を見出せない。また、日本においても、同種の構造材料は存在しない。しかし、ペルー国内でシジャールの基本特性から把握する研究は必要である。

シジャールの基本特性からそれを使った構造特性の把握までには、載荷実験がどうしても必要である。その実験計画・実施を通じた構造特性の把握において、日本の構造実験技術を移転する。また、実験実施においては、計測機器の供与も必要となるであろう。

シジャールを用いた建物の施工マニュアルを作成し、SENCICO アレキパ支部でコースを設けて指導する。

##### ③伝統工法の耐震補強技術

アドベ・キンチャ・レンガ・CB 造建物の補強方法の研究は、UNI,カトリカ大、

CISMID 等で、クロイツ教授を中心に研究が行われ、いくつかの手法が提案されている。しかし、実際の建物に対しては、耐震補強が行われていない。これらの構造は地方を中心に非常に多く採用されているが、その耐震性には問題があるため、現状のままでは次の地震で再び大きな被害を受けることとなる。

これまでに提案されている補強方法を取りまとめ、日本の「耐震補強技術マニュアル」のような物に集大成させる。

補強方法の Option を増やす。日本で行われている耐震補強技術の中で採用できる物をペルーの建物用に読み替え、確認実験を行う。ケミカル、メカニカルアンカー等、耐震補強時に用いられる材料についても、ペルーで用いられている材料にあった使用法を確立する。

「耐震補強マニュアル」を元に、SENCICO で建物の耐震補強に関するコースを策定し、訓練を実施することによりその普及を図る。

#### ④ 応急危険度判定法

地震後の 2 次災害を低減するためには、震後の建物の応急危険度判定は重要な位置を占める。しかし、現状ではペルーにはそういった手法は無く、また、被災地域では、2 次災害発生危険のある場所でも、その立ち入り制限等適切な処置が行われていないのが現状である。日本には、鉄筋コンクリート造、木構造、鉄骨造建物の応急危険度判定法、急傾斜地危険度判定法、非構造部材の落下危険度判定法等がある。

日本の R/C 造の応急危険度判定法、急傾斜地危険度判定法、非構造部材の落下危険度判定法をペルー国内の建物に適合するよう読み替えを行い、その実施を行う。

アドベ・キンチャ・レンガ・CB 造建物等の応急危険度判定法を開発する。そのためには、各構造材料を用いた構造要素の載荷実験により、各構造要素の耐震性能を把握する必要がある。日本の応急危険度判定法の考え方、最下実験手法の技術移転が必要となる。

SENCICO のコースに建物の応急危険度判定に関する物を加える。簡単な応急危険度判定シートを作成・配布する。

#### ⑤ 耐震改修計画策定

本格復興はこれからであり、特に公共建築物で被災したために使用停止になっているものがある。住民サービス上問題が生ずるとともに、不安感を与えているものがある。

これらの建物を適切に改修することにより、精神的な安心感をも与えるものであり、一般住宅等の復興にもその技術工法等が波及していくものと考えられ

る。

改修計画の策定にあたり、どの範囲をどのレベルまで耐震性能を向上させるか等の問題について、技術的アドバイスをを行うものである。

#### ⑥耐震改修工法のセミナー実施

南部で被災した建物だけでなく、今後震災被害が予想される建物について、耐震改修を行うことは被害を食い止める上にも重要である。

ペルーでは、実際の耐震改修はあまり実績がないうえ、改修方法は、多岐にわたっているため、事例を紹介し、今後の改修工事の実施に資するものである。

### (2) 品質確保関係

#### ①技術基準の作成

震災復興のためにも、震災に耐えうる建築物を作る必要があるが、設計基準は整備されているものの、施工に関する技術基準は整備されていない。

現状では、ブロック、コンクリート等の各工事について、技能取得のための研修教材はあるが、技術的な基準として体系だったものにはなっていない。

この技術基準を作成し、建築物として震災に耐えうる品質を確保できるようにする。

同時に、労働者、現場管理者等に研修を行い、普及を図る。

また、自分で建物を立てる一般の住民に対して普及を図るため、教材の作成、セミナーの開催等を行う。

#### ②資格制度

公共建築物の発注にあたっては、契約に関する委員会に登録された工事業者から、入札で契約者を選ぶこととなっている。

現状では、施工に関する技術的基準がなく、確実な施工を担保するための客観的な指標がない。

そのため、研修や試験を行い、技術的基準に基づいた施工ができることを確認した者に対して資格を与え、これを工事の発注にあたり入札参加資格要件とすることで工事の品質を確保することが可能となる。

資格を取ることによる差別化はインセンティブを与えるものと考えられる。

施工に関する技術的基準をもとに、確実な施工を行える者の評価を行うシステムの構築を行う。また、資格者の契約に活用する手法についても検討を行う。

### (3) その他の部門

・歴史的建造物の保存修復の紹介

モケグアでは、アドベ造にモヒネテ様式といわれる屋根の形式のものが見られ、被害を受けている。また、レンガ造等の歴史的建造物にも被害が生じている。

歴史的建造物について、保存のための改修を施すことが必要であり、工法について調査検討がなされている。建築様式、構造形式が異なるとはいえ、日本での実例を紹介することは意義が大きいものと考えられる。

日本における歴史的建造物（主にレンガ造）の改修の実績を紹介する。

#### （４）技術協力以外の協力について

・タクナの病院においては、建物の構造的な被害は甚大ではなかったものの、電気、設備、衛生配管等の設備面の被害が大きく、入院は行わず、救急医療のみを行っていた。地域の中核病院であることを鑑みると、人道的観点からも早急な対応が望まれる。

・また、モケグアの病院においても、シジャール造のため、甚大な構造的被害を受け、入院ができない状態であるが、設備面での被害は少なく、改修の検討に取り掛かっているとのことであった。

分野	対象スキーム	相手機関	背景	派遣の目的	期待される成果	活動内容	期間、緊急度等	派遣の研修員受入	その他スキーム
①	地震波の測定 機材供与(強震計)	CISMI D	強震計はこれまで20台設置されており、老朽化が進んでいる。さらには、観測点の増加が必要である。	より詳細な地震波の測定による効果的な防災対策の実施	観測点の増加により観測が可能となる。				
②	耐震補強計画の策定	SENCI CO	公共機関の機能停止、被災後には住民に多大な影響を与え、早急な対応が求められている。	耐震改修のための具体的な技術的指導	適正レベルの耐震性能の確保	被災した病院、学校等の公共建築物に対して、復興のための耐震改修計画の策定を支援	短期 緊急対応 (H13年)	耐震改修手法の習得	
③	建物危険度判定手法の開発	CISMI D	震災発生後の対応を早急に策定するために、被害の迅速かつ客観的な把握が不可欠であるが、十分な精度のものがない。	緊急危険度判定シート(対象はRC造および伝統的建物(アトベ、キンチャ、ガ、sillar等))の策定	迅速かつ客観的な危険度判定が可能となる	我が国の危険度判定技術を用いたRC造、伝統的建物(アトベ、キンチャ、ガ、sillar)の判定手法の確立を支援	短期 中期対応 (H14年度)	危険度判定技術の習得 耐震診断に関するマニキュアラ作成	
④	耐震補強技術の開発(石造)	CISMI D (SENCI CICO)	鉄筋コンクリート造、レンガ造等の耐震設計基準は整備されているが、石造については、整備されていないが、建設も多く、基準等の整備が求められている。	石造に関する、その力学的安全性の把握を行うことにより、耐震設計の策定を行う。	各種構造の耐震改修マニキュアラ、基準等の整備	RC造補強技術の紹介、マニキュアラへの補強技術の習得	短期 中期対応 (H14年度)	研究手法の取得	
⑤	耐震補強技術の普及	SENCI CO	耐震設計法は整備されているが、設計法については、まだ確立されておらず、今回の震災復興に当たり、早急な対応が求められている。	耐震改修のための技術的指導	各種構造の耐震改修マニキュアラの整備	RC造補強技術の紹介、マニキュアラへの補強技術の習得	短期 中期対応 (H13年度)	耐震補強マニキュアラの作成	巡回指導用機材の提供
⑥	材料に関する研究	SENCI CO	今回の地震では、著しく劣化した材料の使用により、被害が増大しており、適正な品質の材料の使用のための情報提供が必要である。	品質な材料に関する情報(性能、コスト、入手方法等)の普及	相違な材料の使用による劣化した建築物の除・高品質な建築物の確保	①経済的住宅のため材料調達の確保、評価技術の普及②質材調達の確保 ③耐震補強技術の普及	短期 中期対応 (H14年度)	材料評価	
⑦	品質管理技術の開発、普及	SENCI CO	施工不良による被害が目立っており、適正な施工のための技術の普及が求められている。	施工不良の建物を無くす。	適正な施工を確保するための技術基準の普及	①品質管理技術の普及②施工管理技術の普及③品質管理技術の普及④品質管理技術の普及⑤品質管理技術の普及⑥品質管理技術の普及⑦品質管理技術の普及⑧品質管理技術の普及⑨品質管理技術の普及⑩品質管理技術の普及⑪品質管理技術の普及⑫品質管理技術の普及⑬品質管理技術の普及⑭品質管理技術の普及⑮品質管理技術の普及⑯品質管理技術の普及⑰品質管理技術の普及⑱品質管理技術の普及⑲品質管理技術の普及⑳品質管理技術の普及㉑品質管理技術の普及㉒品質管理技術の普及㉓品質管理技術の普及㉔品質管理技術の普及㉕品質管理技術の普及㉖品質管理技術の普及㉗品質管理技術の普及㉘品質管理技術の普及㉙品質管理技術の普及㉚品質管理技術の普及㉛品質管理技術の普及㉜品質管理技術の普及㉝品質管理技術の普及㉞品質管理技術の普及㉟品質管理技術の普及㊱品質管理技術の普及㊲品質管理技術の普及㊳品質管理技術の普及㊴品質管理技術の普及㊵品質管理技術の普及㊶品質管理技術の普及㊷品質管理技術の普及㊸品質管理技術の普及㊹品質管理技術の普及㊺品質管理技術の普及	品質管理技術の習得 マニキュアラの習得	巡回指導用機材供与	
⑧	歴史的建造物の改修事例の紹介	INC	歴史的建造物が地震の被害を受け、修復が必要である。また、世界遺産に登録されている地区、今後登録を申請予定の地区もあり、適切な対応が求められている。	保存改修工法の事例を紹介し、その技術、工法を現地の建築士に紹介する。	現地での保存改修工法の事例紹介により、よりリアルに近い形で保存が可能となる。	歴史的建造物の保存改修計画の立案、改修の実施担当者に対する事例紹介	短期 中期対応 (H13年)		

# 資料

ペルー地図



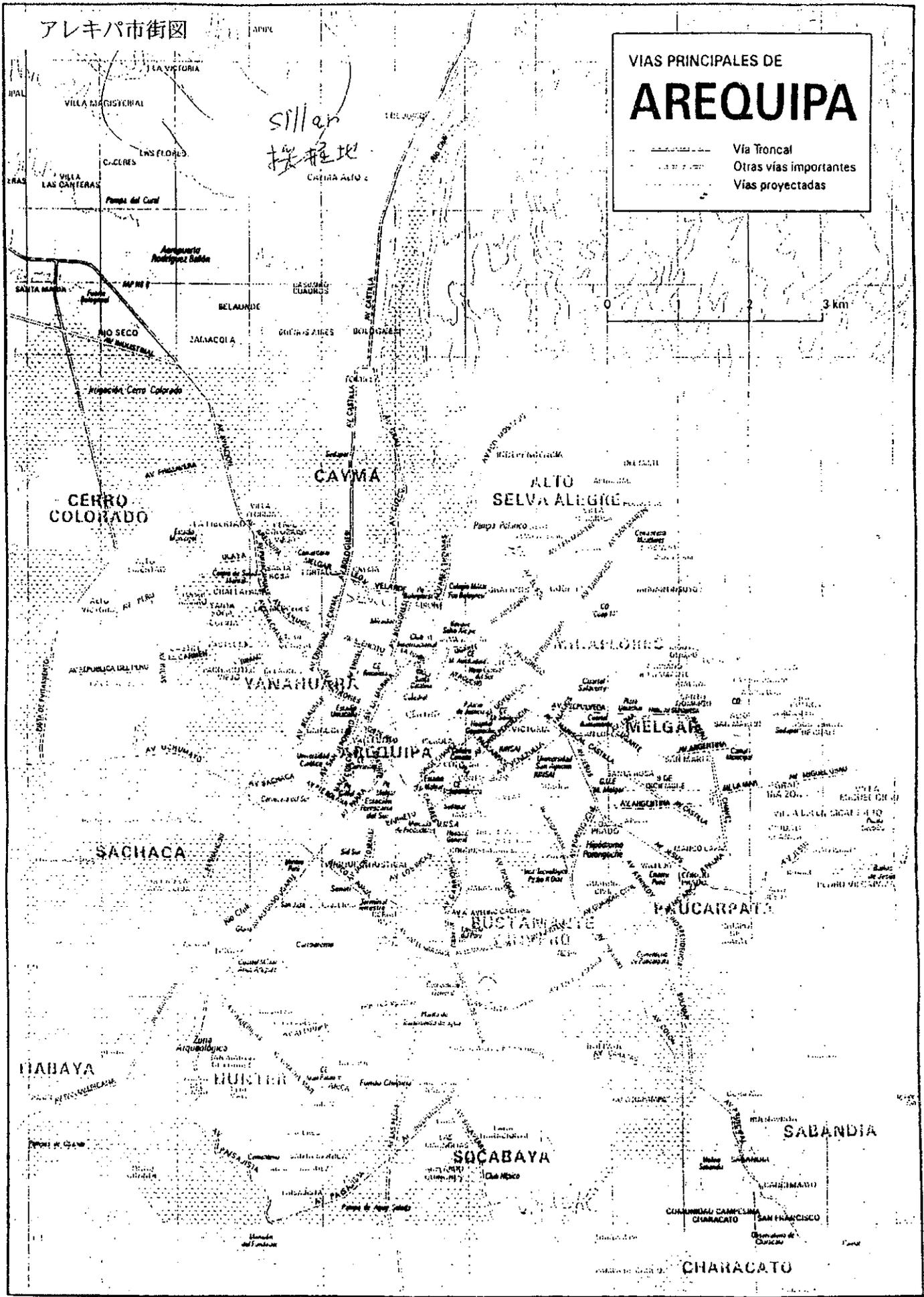
Map No. 3826 Rev. 1 UNITED NATIONS  
September 2000

Department of Public Information  
Cartographic Section

アレキパ市街図

VIAS PRINCIPALES DE  
**AREQUIPA**

- Via Troncal
- - - Otras vías importantes
- ... Vías proyectadas



JORGE  
BASARRE

# EVALUACION DE DAÑOS GENERALES

アセキハ景況板受状況

Departamento de Arequipa

23/08/2001

10004: 1100

LOCALIDAD	POBLACION TOTAL SEQUIERO	POBLACION BO AFECTADA	DAMN	POBLACION REBAJ	HER	MUE	AFEC	DEBT	RENT	ESTADO DE LAS VIAS	SEÑALIZACIONES	REPARACIONES	TELEF	LUE	CANTIDAD DE VEHICULOS	VITIMAS SOBADO
<b>P. AREQUIPA</b>																
Arequipa	65,223	83,410	1,005	304	368	83	7								17,025	18,202
A. Sierra Alegre	63,574	62,954	555	115	165	3									12,714	12,526
Cayma	56,255	55,210	951	14	93	112	5								11,251	11,041
Cerro Colorado	73,842	71,917	1,923	45	205	178	0								14,729	14,346
Chacarillo	4,081	3,264	1,917	0	319	10	8								816	429
Chiguante	2,515	1,301	1,311	3	367	35	0								503	101
Chuncu	46,817	46,223	389	15	63	29	19								9,323	3,210
La Joya	17,670	15,959	1,761	0	507	10	0								3,534	2,657
Leñeros Mayor	56,459	53,955	2,355	169	05	390	32								11,201	0,824
Paraberos	60,223	58,068	1,771	364	207	192	34								12,014	11,611
Yanabaya	8,7	783	144	2	46	0	2								165	158
Palcazarita	126,260	125,021	1,206	23	348	27	84								25,250	24,911
Percei	797	185	612	0	64	70	4								159	21
Donbaya	1,582	412	1,170	0	150	120	9								316	37
Quiriquilla	1,078	87	591	0	147	26	0								215	43
Sabandil	3,324	2,546	678	0	216	5	0								684	443
Sachaca	15,785	14,921	864	0	186	63	1								3,157	2,829
San J. De Sigua	1,048	1,111	522	15	140	17	1								209	51
S. J. De Tausumi	2,512	1,395	804	312	186	41	37								502	208
S. I. De Siguas	1,404	1,104	320	0	18	45	10								260	212
S. R. De Siguas	3,234	2,375	349	11	116	10	0								645	513
Socobaya	39,698	37,576	2,118	4	480	123	7								7,823	7,556
Tibaya	19,025	18,665	360	0	44	36	0								3,805	3,723
Uchunayo	9,878	9,370	441	67	147	0	5								1,775	1,628
Yanahuaga	3,555	210	210	0	70	0	13								771	668
Yanabaya	1,132	1,444	288	0	216	3	0								5,937	5,718
Yana	7,503	6,729	774	1	136	61	0								226	130
Y.L.B. v. R.	63,571	63,271	300	0	100	0	0								1,500	1,500
<b>SUBTOTAL</b>	<b>817,869</b>	<b>780,456</b>	<b>25,782</b>	<b>0</b>	<b>1,422</b>	<b>7</b>	<b>281</b>								<b>183,670</b>	<b>164,293</b>
<b>Prov. CAMANA</b>																
Arana	17,263	14,548	2,701	0	300	307	0								3,452	2,644
M. Chupac	4,037	2,337	1,301	0	0	200	6								007	601
PAN. Valzace	2,122	1,586	1,524	0	0	254	1								424	169
Municipal Caceres	4,673	3,961	780	2	30	115	2								934	787
J. De Piroto	6,493	6,292	201	0	11	26	6								1,293	1,253
Sicña	5,261	1,329	3,132	0	484	300	1								1,052	232
Quilca	1,332	1,311	21	0	1	3	1								356	261
San José Pastor	10,762	7,380	3,000	60	430	250	13								4,852	1,709
<b>SUBTOTAL</b>	<b>51,943</b>	<b>38,968</b>	<b>12,858</b>	<b>62</b>	<b>1,264</b>	<b>3,730</b>	<b>43</b>								<b>12,806</b>	<b>7,856</b>
<b>P. CARAVELLI</b>																
Caraveli	3,719	473	3,171	67	325	396	5								742	43
Caraveli (no daños)	5628	5,328	0	0	121	84	0								1,125	1,125
Alto	613	613	0	0	0	0	0								794	549
Alto	1,781	1,781	0	0	181	0	0								132	132
Del a Unchuno del	911	588	543	0	3	0	0								356	356
Unchuno del	2837	2,321	36	0	3	2	2								162	1
Chala	1,912	1,513	393	0	97	17	5								571	559
Chupac	1,455	1,179	276	0	78	7	7								362	263
Unchuno del															291	208

GERRUMBES SECTOR CERR...  
 DE ARENATICO 101\* 301/34  
 VERIE TRABAJANDO EQUIPO  
 MECANICO DEL MIT; SECTOR  
 OUCACHA, YAUCAJAQUI  
 GERRUMBES MIT VIENE  
 REALIZANDO LIMPIEZA ESTAD  
 CON PASE RESTRINGIDO



Provincia	2014-5	2014-5	37	10	16	5	del.	5,697	5,606
Arequipa	10,512	5,433	2	669	471	14		2,103	749
Urubamba	6,186	1,440	75	177	153	5		1,213	878
Islay	2,332	2,223	7	25	7	2	si	470	438
Moravia	1,378	1,201	5	64	0	2	si	279	213
P. de Bombón	7,274	3,327	21	434	429	5	si	1,444	576
<b>SUBTOTAL</b>	<b>48,047</b>	<b>44,662</b>	<b>2 110</b>	<b>1,629</b>	<b>1,078</b>	<b>23</b>		<b>11,206</b>	<b>8,468</b>
Prov. LA UNION									
Cadabresi	3,128	3,283	13	9	0	0	no	822	616
Yca	2,415	2,415	0				no	480	483
Chiricano	834	753	01	15	6		no	162	145
Purmasacas	2843	2,567	0	42	8	7	no	592	511
Paromiraca	1750	1,527	0	41	0	0	no	300	329
Purca	2929	2,511	0	0	59	4	no	591	529
Quiriquilla	367	247	0	40	0	0	no	73	33
Santa	418	127	0	59	16	1	no	33	4
Tarma	37	243	2	65	8	0	si	75	2
Tongoromo	1032	57	2	15			no	300	185
Yca	1,654	1,100	2	100	135	0	no	290	57
<b>SUBTOTAL</b>	<b>17,557</b>	<b>14,878</b>	<b>0 17</b>	<b>398</b>	<b>231</b>	<b>12</b>		<b>3,608</b>	<b>2,874</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1,083,614</b>	<b>1,002,133</b>	<b>64 2,001</b>	<b>16,647</b>	<b>9,143</b>	<b>400</b>		<b>221,163</b>	<b>196,853</b>

**RESUMEN AREQUIPA EVALUACION DE DAÑOS GENERAL**

TRDC

Departamento de Arequipa

23/08/2001

hora: 11:20

PROVINCIA	POBLACION TOTAL SEGUN CENSO	POBLACION NO AFECTADA	POBLACION			VIVIENDAS Y LOCALIZ			ENTRADA DE DAÑOS	SERV. BASICOS AFECTADOS AGUA TUBOS TELER LUZ	CANTIDAD DE VIVIENDAS	VIVIENDAS NO DAÑADAS
			URBES	RUR	TERR	AFEC.	NO AF.	NO AF.				
AREQUIPA	817,659	591,455	25,782	0	1,422	7	5,302	1,831	261	163,520	156,295	
YANAHUA	51,943	38,966	12,858	62	40	23	1,258	3,730	43	12,805	7,856	
CARAVELLI	30,169	24,402	5,697	0	70	0	815	482	18	8,079	4,604	
CASTILLA	40,950	30,689	9,969	0	312	0	1,795	784	60	8,163	5,244	
CALLOMA	57,185	46,250	10,867	0	11	3	2,475	577	19	11,431	8,280	
CONDESUYOS	32,031	12,511	9,501	0	19	1	1,589	639	14	4,403	1,661	
ISLAY	58,047	49,562	11,373	2	110	4	1,639	1,076	33	11,208	8,658	
LA JUNON	7,557	14,918	2,562	0	17	1	396	234	12	3,506	2,674	
<b>TOTAL</b>	<b>1,083,614</b>	<b>1,002,133</b>	<b>88,829</b>	<b>64</b>	<b>2,001</b>	<b>39</b>	<b>16,647</b>	<b>9,143</b>	<b>480</b>	<b>221,163</b>	<b>196,853</b>	

FUENTE: ALCALDIES  
 BIHECOM DE OPERACIONES TRDC  
 ANTONETA SOTO MEDINA

FIRMA  
 CRLEP. CARLOS MACARINO RODRIGUEZ  
 DIRECTOR DE LA TERCERA REGION DE DEFENSA CIVIL



## EVALUACION DE DAÑOS

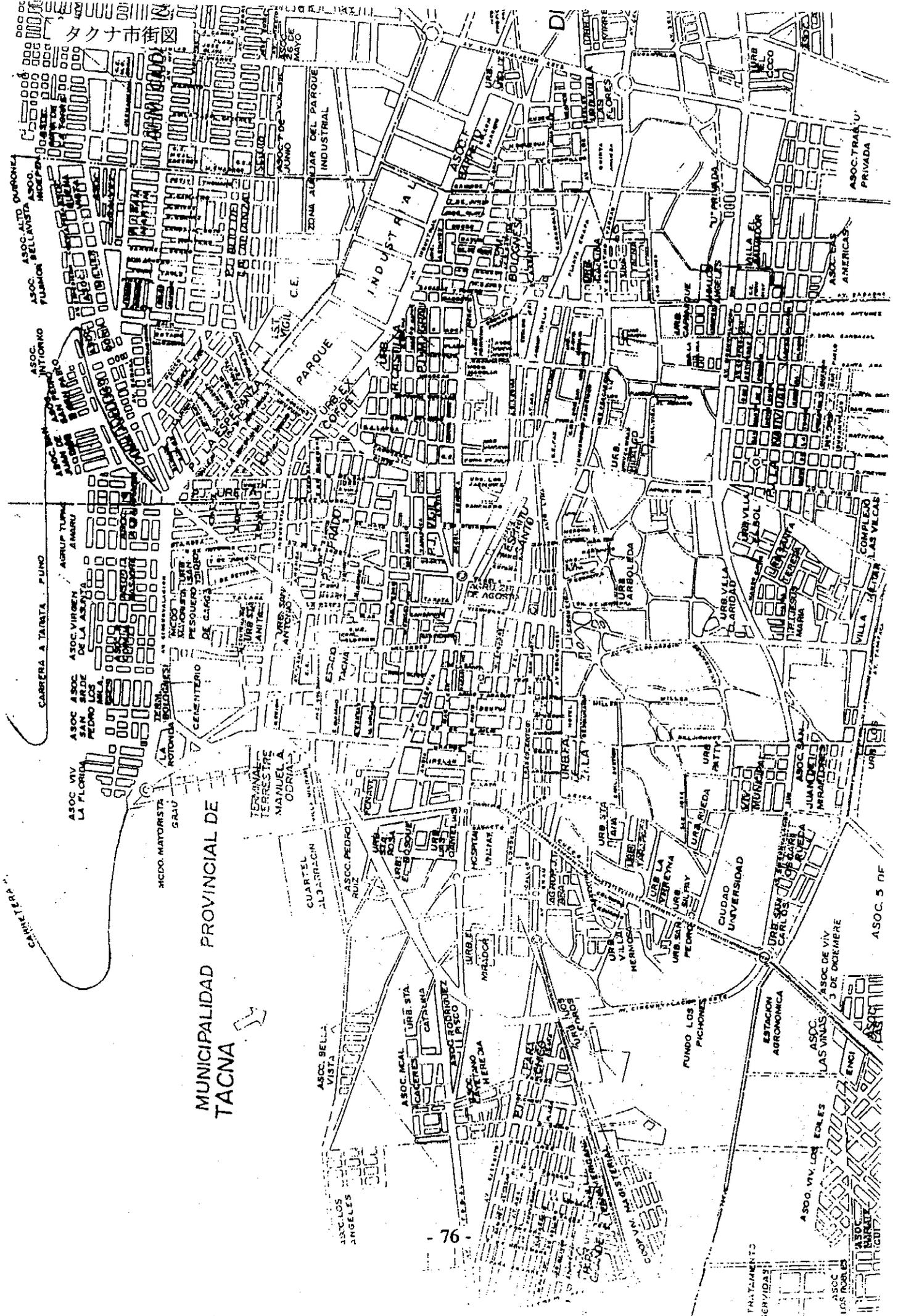
Departamento de Moquegua

13/09/2001

LOCALIDAD	POBLACION SEGUN CENSO 2,000	POBLACION NO AFECTADA	POBLACION				VIVIENDAS		ESTADO DE LAS VIAS	SERVICIOS BASICOS				CANTIDAD DE VIVIENDAS	VIVIENDAS SIN DAÑO
			DAMNF	HERID	DESAP	MUER	APECTADO	DESTRUIDO		AGUA	DESAG.	TELEF.	ENER.		
<b>Prov. MCAL. NIETO</b>															
Moquegua	43,030	16,168	26,862	219	0	22	1,905	2,944	Libres	NO	NO	NO	NO	9,103	4,254
Samegua	7,953	6,208	1,745	32	0	0	190	159	Libres	NO	NO	NO	NO	1,485	1,136
Torata	7,597	1,937	5,660	15	0	0	123	446	Libres	NO	NO	NO	NO	2,715	2,146
Carumas	3,444	2,078	1,366	0	0	0	414	265	Libres	NO	NO	NO	NO	1,380	701
San Cristobal	2,910	2,060	850	s/n	0	1	150	350	Libres	NO	NO	NO	NO	1,525	1,025
Cuchumbaya	1,738	930	808	7	0	1	250	160	Libres	NO	NO	NO	NO	853	443
<b>SUB TOTAL</b>	<b>66,672</b>	<b>29,381</b>	<b>37,291</b>	<b>273</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>3,032</b>	<b>4,324</b>						<b>17,061</b>	<b>9,705</b>
<b>Prov. SANCHEZ CERRO</b>															
La Capilla	1,176	758	418	3	0	0	122	67	Libre	PARC	NO	NO	NO	535	346
Ubinas	3,819	2,819	1,000	3	0	0	20	186	Via Arequipa	NO	---	NO	NO	1,303	1,097
Chojata	1,652	792	860	s/n	0	s/n	50	23	Libres	NO	NO	SI	PARC	523	450
Quinisiquillas	521	21	484	16	0	s/n	111	14	Obstruido	SI	PARC	NO	NO	182	57
Matalaque	676	376	300	27	0	0	54	79	Libres	NO	NO	NO	NO	420	287
Puquina	3,494	904	2,590	6	0	0	350	150	Via Arequipa	NO	NO	NO	NO	1,282	782
Omate	2,681	961	1,720	1	0	1	52	292	Obstruido	NO	NO	NO	NO	998	654
Lloque	665	515	150	0	0	0	10	25	Via Arequipa	NO	NO	NO	PARC	416	381
Yunga	716	20	696	s/n	0	s/n	188	12	Libres	NO	NO	SI	PARC	409	209
Coataque	1,661	29	1,632	12	0	0	275	133	Obstruido	NO	NO	NO	NO	510	102
Ichuña	2,899	200	2,699	0	0	0	649	0	Libres	NO	NO	NO	PARC	1,554	905
<b>SUB TOTAL</b>	<b>19,960</b>	<b>7,395</b>	<b>12,549</b>	<b>68</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1,881</b>	<b>981</b>						<b>8,132</b>	<b>5,270</b>
<b>Prov. ILO</b>															
Pacocha	6,467	5,717	750	s/n	0	s/n	100	120	Libres	NO	NO	NO	NO	1,772	1,552
Ilo	54,069	51,241	2,848	s/n	0	s/n	385	155	Libres	NO	NO	NO	NO	11,569	11,029
El Algarrobal	226	16	210	s/n	0	s/n	56	86	Libres	NO	NO	NO	PARC	142	0
<b>SUB TOTAL</b>	<b>60,762</b>	<b>56,974</b>	<b>3,808</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>541</b>	<b>361</b>						<b>13,483</b>	<b>12,561</b>
<b>TOTAL</b>	<b>147,414</b>	<b>93,750</b>	<b>53,648</b>	<b>341</b>	<b>0</b>	<b>25</b>	<b>5,454</b>	<b>5,666</b>						<b>38,676</b>	<b>27,556</b>

LOS DATOS ESTAN EN RELACION AL 100% DE LA POBLACION DE CADA DISTRITO

タクナ市街図



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE  
TACNA

# EVALUACION DE DAÑOS

タクナ県の被災状況

Departamento de Tacna

FECHA: 11/09/01

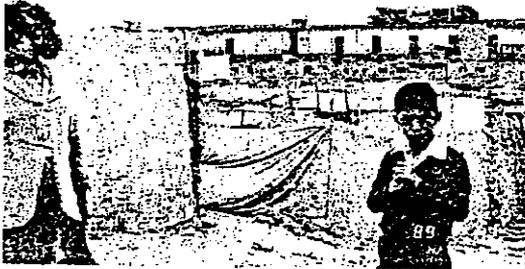
LOCALIDAD	POBLACION SEGUN CENSO	POBLACION AFECTADA	POBLACION				VIVIENDA - LOCALES			ESTADO DE LAS VIVAS	SERVICIOS BASICOS			CANTIDAD DE VIVIENDAS SIN DAÑO	
			DAÑIF	HERID	DESAP	MUER	APEC.	DESTR	INSTIT		ACUA	DESAC.	TELEF.		EMER.
<b>PROV. TACNA</b>															
Districto Tacna	113,865	87,562	24,200	2,100	120	3	7,702	1068	22	Libres	no	no	no	25,303	16,511
Alto Alianza	38,230	28,996	6,732	3,200	43	2	1,826	484	9	Libres	no	no	no	8,496	6,377
Ciudad Nueva	27,652	18,149	6,200	3,300	30	3	1,753	889	10	Libres	no	no	no	7,644	4,992
Celena	2,028	1,563	320	145	0	0	100	102	2	Libres	no	no	no	491	287
Sama Inclán	1,269	319	350	600	3	0	100	178	7	Libres	no	no	no	334	48
Cama Las Yaras	2,358	794	600	964	8	0	157	333	3	Libres	no	no	no	586	93
Pachia	2,407	1,897	360	160	3	0	138	231	3	Libres	no	no	no	605	233
Palca	1,218	632	400	185	26	1	169	134	10	Libres	no	no	no	344	31
Pacollay	20,086	16,916	2,140	1,029	3	1	570	295	9	Libres	no	no	no	3,048	2,174
S. Albaracón	40,090	34,650	3,000	150	16	0	2,069	58	6	Libres	no	no	no	8,888	6,735
<b>SUBTOTAL</b>	<b>249,113</b>	<b>191,668</b>	<b>46,302</b>	<b>11,833</b>	<b>252</b>	<b>10</b>	<b>14,404</b>	<b>3,772</b>	<b>81</b>					<b>55,739</b>	<b>37,482</b>
<b>PROV. BASADRE</b>															
Locumba	11,020	96	200	724	24	0	35	306	8	Libres	parcial	no	no	352	3
Ilabaya	6,717	4,580	1,516	620	17	0	265	363	14	Libres	no	no	no	2,216	1,584
Ite	3,457	1,833	1,684	760	27	0	140	220	9	Libres	no	no	no	442	73
<b>SUBTOTAL</b>	<b>11,194</b>	<b>5,709</b>	<b>3,380</b>	<b>2,104</b>	<b>68</b>	<b>1</b>	<b>430</b>	<b>889</b>	<b>31</b>					<b>3,010</b>	<b>1,660</b>
<b>PROV. TARATA</b>															
Districto Tarata	4,151	3,521	400	230	8	0	75	130	6	Libres	no	no	no	986	785
Chucatemani	392	72	150	170	2	0	49	50	2	Libres	no	no	no	149	48
Estique Pampa	146	38	50	60	1	0	15	13	2	Libres	no	no	no	60	30
Estique Pueblo	356	79	190	90	1	0	53	15	2	Libres	no	no	no	110	40
Taucachi	412	162	200	50	0	0	65	10	4	Libres	no	no	no	171	92
Ticaco	1,524	1,299	150	75	0	0	67	153	2	Libres	no	no	no	346	104
Sucapaya	982	522	400	60	2	0	84	60	1	Libres	no	no	no	305	160
Suayara	356	186	120	50	1	0	25	10	1	Libres	no	no	no	128	92
<b>SUBTOTAL</b>	<b>8,324</b>	<b>5,879</b>	<b>1,660</b>	<b>785</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>453</b>	<b>441</b>	<b>20</b>					<b>2,265</b>	<b>1,351</b>
<b>PROV. CANDARAVE</b>															
Candarave	3,501	31	350	3,120	5	0	86	830	2	Libres	parcial	no	no	936	18
Lauani	1,286	35	190	1,360	2	0	32	339	2	Libres	parcial	no	no	385	12
Cambilaca	2,597	637	340	1,620	6	0	14	252	2	Libres	parcial	no	no	278	10
Chibaya	256	31	117	169	2	0	39	36	2	Libres	parcial	no	no	88	11
Muneara	851	71	150	632	2	0	29	190	3	Libres	parcial	no	no	229	7
Munahuani	1,032	14	136	684	12	0	20	227	6	Libres	parcial	no	no	257	4
<b>SUBTOTAL</b>	<b>9,525</b>	<b>819</b>	<b>1,283</b>	<b>7,426</b>	<b>28</b>	<b>0</b>	<b>220</b>	<b>1,874</b>	<b>17</b>					<b>2,173</b>	<b>62</b>
<b>TOTAL</b>	<b>278,156</b>	<b>204,075</b>	<b>52,075</b>	<b>22,142</b>	<b>303</b>	<b>0</b>	<b>15,507</b>	<b>6,976</b>	<b>149</b>					<b>63,187</b>	<b>40,555</b>

## ペルーの住宅事情

### 1. 都市住宅

#### 1) プエブロホーベン (若い町)

農村部から都市部に流入してきた人は、都市周辺の砂漠を占拠し、プエブロホーベン (若い町) を形成する。最初は「むしろ」でプライバシーを確保しただけの住居から、次第に板壁、さらにレンガ造 (枠組組積造) となり、さらに上階を増築することにより町らしくなっていく。



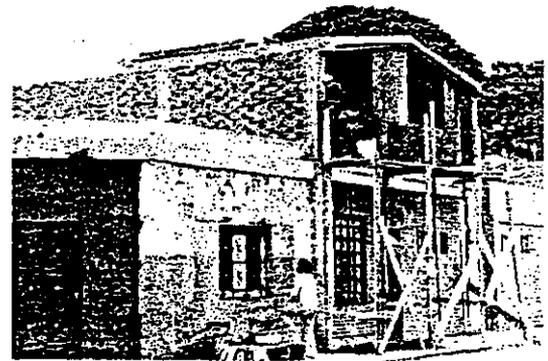
「むしろ」による住居 (砂漠の占拠)



「むしろ」から板壁へ



枠組組積造の住宅



2階の増築



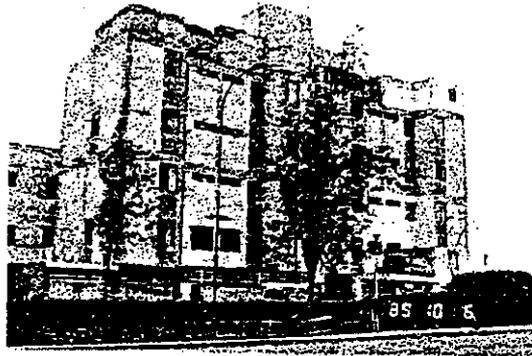
3階・4階の増築

注) 枠組組積造

枠組組積造は、レンガ造の壁の周辺を鉄筋コンクリート造の細い柱と梁で囲った工法である。

## 2) 集合住宅

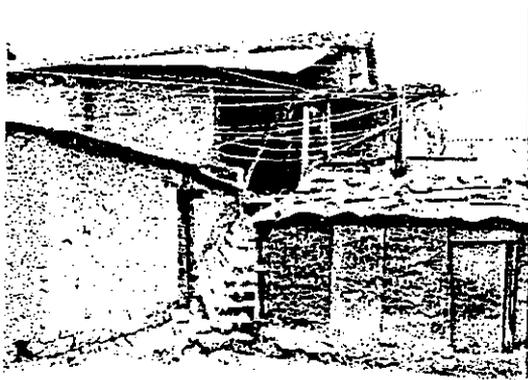
リマにおいては、枠組組積造の中層集合住宅（アパート）が建設されている。



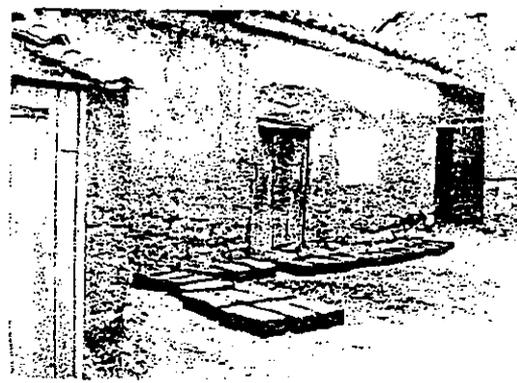
## 2. その他の住宅

### 1) アドベ造

日干しレンガを用いた住宅であり大都市以外の小さな集落、農村部等に多い。部材の強度も低く、引張力に抵抗できないためばらばらになりやすく、耐震性能は低い。特に壁の面外方向への倒壊被害が目立つ構造である。鉄筋コンクリート造の柱及び梁はない。



アドベ造の住宅



日干しレンガの製造状況

### 2) 石造

今年、地震被害のあったアレキヘでは、石造の住宅も多い。鉄筋コンクリート造の柱及び梁はない。



アレキバでは、石造の歴史的建築物も多い。



地震被害を受ける前



地震被害を受けている状態

### 3) 鉄筋コンクリート造高層住宅（マンション）

リマには、鉄筋コンクリート造の高層マンションも建設されている。構造は、鉄筋コンクリート造の柱、梁、耐力壁により構成されており、構造設計上は非構造壁であるレンガ造の外壁及び戸境壁が配置されている。



## ペルーの耐震基準

### 1. 概要

ペルーの耐震基準は、1970年に初めて大統領令として制定され、以降必要に応じて改定されてきた。建築物対象の法で、

- ・住宅用の土地整備
- ・建築デザイン・計画
- ・構造
- ・衛生
- ・設備

に関する物であり、法として機能している。改定は随時行っており、MTCが管理している。この法は、技術のみならず手続き的なものも含んでいる（たとえば、市町村からの許可のとり方など）。この法は全国に対して適用され、材料に関しては、INDECOPIが管轄し、SENCICOにその基準作成について依頼している。この材料に関する物は指針であり、法律の裏づけの意味を持っている。

基準の改定には、SENCICOが調整して委員会を作成し、委員会に先立って個別の研究者に依頼して作成した基準の原案を委員会内で議論する方法をとっている。基準については常任技術委員会が管理している。

この基準は、新築建物のみならず、既存建物の耐震性評価および既存建物の補修補強に対しても適用される。

### 2. 耐震設計の目標

目標とする耐震性能の概念は、日本と同じく

- I) 軽微な地震に対しては被害を生じないこと
- II) 中程度の地震に対しては軽微な被害程度に抑えること
- III) 大地震に対しては、大きな被害を許容しても倒壊は避けること

を目標としている。

### 3. 要求される確認事項

耐震設計の確認時に要求される事項としては、

- IV) 建物の耐震構造形式
- V) 外力設定時の各パラメータの値
- VI) 最上階の最大変形量と各階の最大層間変形量

である。なお、70mを越える建物については、構造計算書あるいは所轄機関によって認められた計算方法を追加する必要がある。

#### 4. 地震外力

##### 4.1 地域係数 Z

ペル一国内は地域を3つに分けて、Z(g)の値は以下のように決定されている。これらの値は、これまでの地震活動の研究成果から、10%の50年再現期待値を元に決定されている。

Table Zone Factor

Zone	Z (g)
1	0.15
2	0.30
3	0.40

##### 4.2 地盤条件

地盤条件は、地盤の種類により4つに分けられている。なお、地盤 S<sub>4</sub> は、特別な調査により、パラメータを決定する必要がある。

Table Soil Parameters

Type	Description	Tp(sec)	S
S <sub>1</sub>	Rock or very rigid soil	0.4	1.0
S <sub>2</sub>	Intermediate soil	0.6	1.2
S <sub>3</sub>	Flexible soil	0.9	1.4
S <sub>4</sub>	Exceptional condition	*	*

##### 4.3 地震増幅係数

地震増幅係数 C は以下の式を用いて計算する。なお、C の値は 0.25 以下とする。

$$C = 2.5 \times \left( \frac{T_p}{T} \right)^{1.25}$$

#### 5. 一般事項

- 5.1 建物は基準に従って地震に耐え得る構造としなければならない。構造の挙動を把握する際には、非構造部材を適切に考慮しなければならない。
- 5.2 水平方向は、直交 2 方向について計算し、更に一番厳しい方向についても検討しなければならない。
- 5.3 鉛直方向の地震動を水平方向と同時に考慮しなければならない。
- 5.4 地震外力と風外力を同時に考慮する必要は無い。
- 5.5 ひとつの要素が地震力の 30% 以上を負担する場合は、外力を 1.25 倍する必要がある。

#### 6. 建物の重要度係数 U

建物の用途に従い、次のように重要度係数を決定している。

Category	Description	U
A Essential facilities	病院や消防署などの公共建物	1.5
B Important facilities	劇場や商店街など人の集まる施設	1.3
C Common facilities	ホテルやレストラン、住宅など	1.0

## 7. 建物の構造特性

建物を解析する際には、

高さ方向

- I) 剛性の不均衡
- II) 質量の不均衡
- III) 幾何学的不均衡
- IV) 構造形式の不連続

水平方向

- 1.1.1 ねじれ応答
- 1.1.2 形状的不均衡
- 1.1.3 床の不連続（吹き抜け等）

を適切に考慮する必要がある。

また、構造特性によって、地震力低減係数 R を次のように定めている。

Table Reduction factor R

Structural System	R	高さ制限
Steel Frame R/C Frame Dual System 水平方向がフレームおよび壁、エレベータコア で負担される物	10	-
Reinforced Concrete Wall	7.5	-
Reinforced or Confined Masonry	6	15m
Wooden	7	8m

## 8. 建物の分類

建物は、建設地の Zone および整形性により次のように分類される

Table Category

Category	Regularity	Zone	Structural system
A	Regular	3	Steel R/C Wall Reinforced or confined masonry

			Dual system
		1 & 2	Steel R/C Wall Reinforced or confined masonry Dual system Wood
B	Regular or Irregular	3 & 2	Steel R/C Wall Reinforced or confined masonry Dual system Wood
		1	Any system
C	Regular or Irregular	1,2 & 3	Any system

### 9. 建物の解析

建物の解析方法としては、線形動的解析を用いることが出来る。ただし、高さ 45m 以下の整形な建物では、それに代わって等価静的解析を用いることも出来る。何れにせよ、建物の線形解析が義務付けられている。

### 10. 建物の水平変形量

建物の最大層間変形量は、以下の値でなければならない。

Table Limit for lateral inter-story drift

Predominant material	$\Delta / h_{ei}$
Reinforced concrete	0.007
Steel	0.010
Masonry	0.005
Wood	0.010

### 11. 隣棟間隔

建物の隣棟間隔は、次式の S 以上でなければならない。

$$S = 3 + 0.004 \cdot (h - 500)$$

ただし、 $S > 3$  cm

### 12. 最大応答値制御

建物の層間変形量は、平均最大層間変形量の 1.75 倍を越えてはならない。

### 13. 所感

ペルーでは、施工にはライセンスが必要であり、また、各物件に当たってはそれ以外に

もオーナーが施工許可を所属市からもらう必要がある。比較的大規模な現場（例えば公共事業）では、このプロセスに則って作業は行われており、配筋検査等施工検査も厳密に行われているようである。しかし、一般の住宅では、建設会社が施工することは少なく、地元の親方的な人が労働者を集めて施工するため、施工ライセンスは持っていない。また、地方では地方行政機関が少なく、そのため施工許可を請求することが少ないようである。その結果、耐震基準はこういった建物では反映されず、結果として親方的な人の経験にのみ頼ることとなる。自分の家を自分で建てる事は基本的には違法行為となる。ただし、地方行政機関が設計図面等を提供し、その図面を元に施工することを条件に資材銀行が融資する場合（Self Hand）は、認められる。行政機関側から施工許可申請が出ていない建物の検査に出向くことはまず無いようである。そのため、例えばアドベ造の2階建てが禁止されている Zone3 のエリアでも2階建てが建っている場合がままある。ペルーの施工品質管理を行う上では、労働者の技術レベルを向上すると共に地方行政機関の指導も必要である。

**INVESTIGACIONES REALIZADAS EN EL CISMID SOBRE  
VULNERABILIDAD, MICROZONIFICACION Y  
PELIGRO SISMICO EN EL PERU**

**VULNERABILIDAD SÍSMICA**

1. "Vulnerabilidad sísmica en el Distrito de La Molina" – Lima (en curso)
2. "Vulnerabilidad sísmica en el Distrito de Barranco" - Lima (en curso)
3. "Vulnerabilidad sísmica en el Distrito de Magdalena" - Lima (en curso)
4. "Vulnerabilidad sísmica en el Distrito de Ate-Vitarte" - Lima (en curso)
5. "Vulnerabilidad sísmica en el Distrito de San Juan de Lurigancho y Cercado de Lima – Lima - Perú 2001
6. "Vulnerabilidad Sísmica en el Cercado de Lima." Lima – Perú 1991
7. "Vulnerabilidad Sísmica de Ilo, Moquegua y Tacna"., Lima-Perú, 1994
8. "Vulnerabilidad Sísmica de Ciudades Representativas del Departamento de Arequipa", Lima-Perú, 1994

**MICROZONIFICACION SÍSMICA**

1. "Microzonificación Sísmica de la Ciudad de Ica" Lima - Perú 1997
2. "Microzonificación para la prevención y Mitigación de Desastres en la Ciudad de Jauja" Lima - Perú 1996
3. "Microzonificación Sísmica de Barranco y Chorrillos" Lima - Perú 1996
4. "Microzonificación y Prevención de Desastres en la Ciudad de Nazca", Lima-Perú, 1996. -
5. "Microzonificación Sísmica de La Molina" Lima - Perú 1996
6. "Microzonificación Sísmica de la Ciudad de Arequipa" Lima - Perú 1992
7. "Microzonificación Sísmica de La Punta y Callao - Callao" Lima - Perú 1992
8. "Microzonificación Sísmica de las Ciudades de Moyobamba, Rioja y Soritor" Lima - Perú 1992
9. "Microzonificación Sísmica de las Ciudad de Huaraz" Lima – Perú 1993
10. "Microzonificación Sísmica de los Distritos de Huánuco y Amarilis" Lima – Perú 1992
11. "Microzonificación Geotécnica de la Ciudad de Chiclayo" Lima – Perú 1992
12. "Microzonificación Geotécnica de la Ciudad de Talara" Lima – Perú 1992
13. "Microzonificación Sísmica de la Ciudad de Tacna" Lima – Perú 1992 - 1996
14. "Microzonificación Sísmica de la Ciudad de Pisco" Lima – Perú 1993









## STRONG MOTION ACCELEROGRAPHIC NETWORK OF CISMID

The Japan Peru Center for Earthquake Engineering Research and Disaster Mitigation (CISMID), under the assistance of the Japan International Cooperation Agency, from 1986 to 1992, got a 15 strong motion accelerograph network. The equipment of this network consists on analogical strong motion accelerographs type RION SM-10, which are installed in the main cities of Perú that present high seismic activities. Since its installation only several small ground motion events were recorded by this network and no one of the strong ground motions, such as 1990 Rioja Earthquake, 1991 Moyobamba Earthquake, and 1996 Nazca, because the place where they occurred were far away from the nearest station. Accelerographs were installed at Moyobamba and Ica after those events.

By the end of 1999 several of this equipments reported malfunctioning, some of them had only mechanical problems that could be fixed, but two accelerographs presented damage in their electronic components that could not be fixed. Another problem that faced this network was the collapse of the data acquisition system, which worked under a 10 years old NEC 98001 computer with 3.1 DOS system. At the present time this data acquisition system was replaced by an IBM compatible windows system.

During the recent June 23, Arequipa Earthquake, four of the five stations located in the influence area could have recorded this event, since the Arequipa Station was out of order. However only one record was obtained at Moquegua Station, the accelerograph at Tacna Station was not triggered by this event, even it had a great intensity at this city, the same occurred at Ayacucho and Ica Stations, thought the intensities were smaller at these cities.

After the quake, a new brand Kinometrics digital accelerograph, ETNA, was installed at Arequipa Station, where several aftershocks were recorded, which were not recorded at the other stations with analog equipments. During the reconnaissance trips carried out by CISMID members along with Japanese experts (Dr. Fujisawa, Mr. Fukumoto, and Tokyo University Group), they all agreed that the accelerographs are quite old and need to be replaced in order to guaranty the recording of future events.

At the beginning of this year CISMID submitted a request to JICA to buy 20 new digital accelerographs to replace the existing ones and to increase the number of stations in the southern Peru region. This region is of special interest for seismic monitoring, since the seismic gap identified between Tacna and Arica was not ruptured during the June 23 earthquake, and therefore has incremented its seismic hazard.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



CISMID has been working in several microzonation projects along the country and recently will be involved in developing the seismic microzonation of Moquegua City, therefore the seismic data is required to analyze the site effect at those places. In all Latin America, Peru is the only country that has a very badly implemented seismic observation network. Therefore it urgently needs to be improved for not losing the chance of get valuable information in a future earthquake.

The 14 accelerographs of CISMID's network are installed at the following places:

- Lima: Four accelerographs installed at: CISMID, La Molina, Callao and Parque de la Reserva, respectively.
- Ica: One accelerograph.
- Arequipa: One accelerograph. (Kinematics)
- Moquegua: One accelerograph.
- Tacna: One accelerograph.
- Ayacucho: One accelerograph.
- Cusco: One accelerograph.
- Huaraz: One accelerograph.
- Chimbote: One accelerograph.
- Piura: One accelerograph.
- Moyobamba: One accelerograph.

Dr. Zenón Aguilar B.

SENCICO からのプロジェクト提案書

**PROYECTO DE COOPERACIÓN - JAPON**

**A. DATOS GENERALES.**

**1. Título del Proyecto**

Capacitación presencial y virtual en tecnología de la construcción, para disminuir la vulnerabilidad de las construcciones frente a las consecuencias de los movimientos sísmicos.

**2. Sector/ Tema/ Beneficiario**

Población afectada por desastres naturales.

**3. Institución solicitante y Responsable**

Servicio Nacional de Investigación, Capacitación y Normalización para la Industria de la Construcción – SENCICO.

Av. Canadá 1568. San Borja  
Lima – Perú.

Telefax de la Gerencia General: 475-2860

Representante: Ing. Mercedes Dongo de Mendoza.  
Presidenta Ejecutiva del Consejo Directivo Nacional.

Email : [mdongo@sencico.com.pe](mailto:mdongo@sencico.com.pe)

**4. Unidad Ejecutora**

Gerencia SENCICO – Tacna  
Gerencia SENCICO – Arequipa  
Unidad Operativa - MOQUEGUA

**5. Fuente Cooperante**

Gobierno de Japón

**6. Localización**

Zonas afectadas por los desastres naturales, Arequipa, Moquegua, Tacna, Ayacucho y Apurímac.

**7. Duración**

Atención permanente.

## **B. EL PROYECTO**

### **1. Justificación**

#### **1.1 Diagnóstico de la Situación**

El Perú se encuentra ubicado en el cinturón de fuego del pacífico, por lo que se le considera un país altamente sísmico, siendo la causa principal de los movimientos sísmicos, el proceso de subducción de la Placa de Nazca. El Sismo del 23 de junio cuyo epicentro se halló en la provincia de Ocoña, Departamento de Arequipa, a una profundidad de 33 Kilómetros, con una magnitud de 6.9 y que se sintió con una intensidad de VIII en la escala de Mercalli Modificada, así como sus replicas, afectaron gran parte de las obras civiles del Departamento de Moquegua, donde la mayoría de las edificaciones estaban construidas con adobe, material de construcción tradicional. También fueron afectados por el mismo movimiento sísmico los departamentos de Tacna, Arequipa y Ayacucho.

Posteriormente un nuevo movimiento sísmico, con epicentro registrado en la Provincia de Antabamba, Departamento de Apurímac, con una magnitud de 5.0 y una intensidad de IV-V, sumó al departamento de Apurímac a las zonas afectadas por los desastres.

El Gobierno Central ha aprobado prestamos a través del Banco de Materiales, para la reconstrucción de las viviendas, sin embargo, de no tomarse las medidas correctivas pertinentes, la reconstrucción del sur del país, que principalmente se ejecuta mediante la autoconstrucción, volvería a estar en peligro de colapsar ante nuevos movimientos sísmicos.

#### **1.2 Descripción del Proyecto**

### **2. Estructura del Proyecto**

#### **2.1 Objetivo General**

Coadyuvar a la reconstrucción del país, formando trabajadores de alta calificación, capaces de ejecutar las tareas de reconstrucción de viviendas, haciendo uso de nuevas tecnologías y sistemas constructivos.

#### **2.2 Objetivos Específicos**

Contar con centros de formación con equipos modernos y mano de obra calificada, capaz de atender los requerimientos en materia de construcción, así como brindar asesoramiento y servicio eficaz a la población.

Contar con centros de formación en los Departamentos de Tacna y Arequipa.

Contar con unidades móviles adecuadamente equipadas, a fin de que se desplacen a las zonas afectadas de difícil acceso, contando estas con todo el equipamiento necesario para la atención de los pobladores

que no pudiesen desplazarse a los centros de formación. Brindando capacitación para la reconstrucción, con lo que se evitaría caer en los mismos errores constructivos, que conducirían a un nuevo desastre.

Contar con centros de capacitación virtual, con el equipamiento adecuado que permita desde la Sede de SENCICO en Arequipa capacitar a distancia a través del Internet.

Equipar los talleres de la carrera de electrotecnia, cuya infraestructura física ya se encuentra terminada, a fin de brindar una carrera altamente eficiente, que beneficie desde Lima al resto del país.

Contar con un laboratorio básico, para verificación de las condiciones estructurales de los sistemas de construcción, tanto los que se vienen aplicando como los nuevos. Así mismo contar con el equipamiento necesario para la elaboración de especímenes de ensayo.

Contar con equipamiento básico, para la fabricación y tratamiento de madera como elemento estructural.

Contar con laboratorio básico en las sedes ubicadas en las zonas afectadas, para el ensayo de materiales y nuevas tecnologías constructivas.

## **C. RECURSOS NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO**

### **1. Recursos Nacionales (Contrapartida)**

#### **1.1 Recurso Humano**

- Profesionales de la construcción:
  - 10 Ingenieros Civiles.
  - 10 Arquitectos
- Instructores especialistas en construcción.
  - 10 Instructores especialistas.

#### **1.2 Recursos Físicos, Bienes y Servicios**

- Infraestructura física de la Sede institucional del SENCICO Tacna, la misma que cuenta con las siguientes características:

Área de terreno : 3,183.60 m<sup>2</sup>  
Área construida : 975.70 m<sup>2</sup>

- Infraestructura física de la Sede institucional del SENCICO Arequipa, la misma que cuenta con las siguientes características:

Sede Puente Grau:  
Área de terreno : 719.00 m<sup>2</sup>  
Área construida : 693.18 m<sup>2</sup>

Sede Yanahuara:  
Área de terreno : 3,603.25 m<sup>2</sup>  
Área construida : 2,423.84 m<sup>2</sup>

## 2. Recursos Externos (Cooperación Técnica Internacional)

### 2.1 Asesoramiento (Expertos y Voluntarios)

#### PRIMERA ETAPA

- Asesores en programación para reconstrucción.
- Asesores en nuevas tecnologías de construcción a bajo costo.
- Asesores en nuevos materiales de construcción

#### SEGUNDA ETAPA

- Asesores en nuevas tecnologías de construcción a bajo costo.
- Especialista en Ingeniería Estructural, experto en ensayos de laboratorio.
- Ingeniero Mecánico especialista en Inspección, Operación y Mantenimiento de equipos de Laboratorio.
- Ingeniero Geólogo.
- Asesores en educación a distancia (internet)

### 2.2 Capacitación

- Capacitación en el manejo de software para educación a distancia.
- Capacitación en el manejo de equipos de topografía.
- Capacitación en el manejo de software de topografía.

### 2.3 Bienes y Aporte Financiero

#### EQUIPAMIENTO PARA CAPACITACION

#### PRIMERA ETAPA

UNIDADES MOVILES EQUIPADAS (Precio en Dólares Americanos)			
Descripción	P.U	Cant.	Parcial
Vehículo Auto transportable con remolque	80,000	03	240,000
Dotación de equipos de Albañilería	7,000	03	21,000
Dotación de equipos de Encofrado-Ferrería	8,000	03	24,000
Dotación de equipos de Inst. Sanitarias	12,000	03	36,000
Dotación de equipos de Inst. Eléctricas	15,000	03	45,000
Grupo Electrónico	20,000	03	60,000
Equipo Audiovisual	20,000	03	60,000
<b>SUB - TOTAL</b>			<b>486,000</b>

<b>EQUIPOS DE TOPOGRAFIA</b>			
<b>(Precio en Dólares Americanos)</b>			
<b>Descripción</b>	<b>P.U</b>	<b>Cant.</b>	<b>Parcial</b>
Brújula tipo BRUNTON	500	12	6000
Computadora con Software Topográfico (P II)	1500	48	72000
Estación Total Electrónica (Mínimo GTS 212 GTS 213, Con batería, cargador, cables, prismas, etc.)	13000	12	156000
Estereoscopio de bolsillo	180	12	2160
Estereoscopio de espejos	120	12	1440
GPS de precisión	7500	6	45000
GPS Navegador	5000	12	60000
Jalón metálico de 2 m.	150	48	7200
Miras con código de barras	350	24	8400
Miras Plegables de 4 m. (4 Cuerpos) nivel esférico incorporado.	180	24	4320
Nivel automático con trípode	700	12	8400
Nivel electrónico con trípode	5000	12	60000
Nivel láser con trípode	2500	12	30000
Planímetro Polar electrónico	1500	12	18000
Prismas	600	24	14400
Prismas, Portaprismas y bastones	500	24	12000
Software para topografía (2)	3500	12	42000
Teodolito electrónico con trípode	4000	12	48000
Teodolito óptico mecánico con trípode	2000	12	24000
Wincha de fibra de vidrio de 30 m.	70	12	840
Brújula de Topografía (Inc. Eclímetro)	600	12	7200
Molde para hito	150	12	1800
Plotter	14000	04	56000
<b>SUB - TOTAL</b>			<b>544760</b>

**SEGUNDA ETAPA**

<b>ELECTROTECNIA</b> (Precio en Dólares Americanos)			
<b>Descripción</b>	<b>P.U</b>	<b>Cant.</b>	<b>Parcial</b>
Fundamentos de Electricidad	2000	05	10000
Electrotecnia I	1860	05	9300
Electrotecnia II	8471	05	42355
Electrónica I	4500	05	22500
Electrónica II	4500	05	22500
Máquinas Eléctricas II	27900	05	139500
Automatización de la vivienda	13800	05	69000
Energía Renovable	3800	05	19000
Control Lógico Programable	6000	05	30000
<b>SUB - TOTAL</b>			<b>364155</b>

<b>EDUCACIÓN A DISTANCIA (INTERNET)</b> (Precio en Dólares Americanos)			
<b>Descripción</b>	<b>P.U</b>	<b>Cant.</b>	<b>Parcial</b>
Servidor dedicado al SENCICO VIRTUAL, Pentium III Xeon de 1 Ghz, con capacidad en HD de 5/36 GB y memoria RAM de 512MB. Fuente de poder redundante.	18000	01	18000
Estaciones de trabajo para diseñadores de cursos, Pentium III de 733 Mhz, con capacidad en HD de 15 GB y memoria RAM de 128 MB.	2800	06	16800
Software ó desarrollo del Sistema de Educación a Distancia por terceros. Incluye licencias, capacitación y preparación de un curso piloto.	40000	01	40000
Base de datos SQL 2000. Licenciamiento por procesador.	4500	06	27000
Web Trends Enterprise	5500	01	5500
<b>SUB - TOTAL</b>			<b>107300</b>

<b>VIDEO CONFERENCIAS</b> (Precio en Dólares Americanos)			
<b>Descripción</b>	<b>P.U</b>	<b>Cant.</b>	<b>Parcial</b>
Equipo de Multiconferencia – MCU	97000	01	97000
Kit de Videoconferencia	63700	01	63700
Proyector Multimedia	46800	01	46800
PC's	16900	01	16900
Routers	45700	01	45700
Conexión línea PRI	3088.57	01	3088.57
Conexión línea BRI	3491.41	01	3491.41
Costo línea BRI mensual	3980.50	01	3980.50
<b>SUB – TOTAL</b>			<b>280660.48</b>

**EQUIPAMIENTO PARA INVESTIGACION  
PRIMERA ETAPA**

<b>EQUIPO PARA ENSAYOS ESTRUCTURALES BASICOS EN MURETES</b> (Precio en Dólares Americanos)			
<b>Descripción</b>	<b>P.U</b>	<b>Cant.</b>	<b>Parcial</b>
Transductores de desplazamiento (10mm)	1000	05	5000
Gata hidráulica capacidad 100 Tn.	5000	01	5000
Celda de carga, capacidad 100 Tn.	25000	01	25000
Calibrador de celda.	30000	01	30000
Detector de máximos.	300	01	300
Amplificador de señales.	7000	03	20000
Micrómetro.	300	01	300
Marco de carga modulable.	3000	01	3000
<b>SUB – TOTAL</b>			<b>88600</b>

<b>ENSAYOS COMPLEMENTARIOS</b> (Precio en Dólares Americanos)			
<b>Descripción</b>	<b>P.U</b>	<b>Cant.</b>	<b>Parcial</b>
Martillo para clasificación de rocas.	1100	01	1100
Manual de clasificación de rocas.	300	01	300
Junque de calibración.	1100	01	1100
(Cuna) Accesorio para operación de martillo.	120	01	120
Martillo para ensayo de Hormigón.	1100	01	1100
Extractor de diamantina, con broca para testigos de 1", 2" y 4".	6000	01	6000
Detector de cloros.	2500	01	2500
Muestreador para detector de cloros.	500	01	500
Medidor de resistencia y conductividad.	1000	01	1000
Cámara de climatización	10000	01	10000
Esclerómetro	1500	01	1500
Determinador de humedad	1500	01	1500
<b>SUB - TOTAL</b>			<b>26720</b>

<b>EQUIPO BASICO PARA PREPARACIÓN DE ESPECIMENES</b> (Precio en Dólares Americanos)			
<b>Descripción</b>	<b>P.U</b>	<b>Cant.</b>	<b>Parcial</b>
Mesa Vibradora 0.90x0.70	700	01	700
Tamizador de áridos	3000	01	3000
Balanza Cap. 35 Kg.	2500	01	2500
Horno 150 °C	2500	01	2500
Mezcladora tipo trompito	1500	01	1500
Vibrador de aguja	2000	01	2000
<b>SUB - TOTAL</b>			<b>12200</b>

## SEGUNDA ETAPA

<b>EQUIPO ADICIONAL PARA ENSAYO DE CARGA LATERAL EN MUROS A ESCALA NATURAL</b> (Precio en Dólares Americanos)			
<b>Descripción</b>	<b>P.U</b>	<b>Cant.</b>	<b>Parcial</b>
Computadoras	2000	01	2000
Software	3000	01	3000
Tarjeta de adquisición de datos	3000	01	3000
Gata hidráulica para carga y descarga	5000	01	5000
Celda para descarga	25000	01	25000
<b>SUB - TOTAL</b>			<b>12200</b>

<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS PARA TRABAJOS EN MADERA</b>			
<b>(Precio en Dólares Americanos)</b>			
<b>Descripción</b>	<b>P.U</b>	<b>Cant.</b>	<b>Parcial</b>
Montacargas de 2 Tn.	35000	01	35000
Polipastos, de 1 Tn, con marco de desplazamiento.	6000	01	6000
	12000	01	12000
Garlopa de Banco (canteadora)	1100	01	1100
Lijadora eléctrica portátil	12	01	12
Nivel de mano	250	01	250
Cepillo eléctrico	100	01	100
Garlopa	85	01	85
Cepillo	4550	01	4550
Sierra radial de mesa	4800	01	4800
Sierra circular de mesa	500	01	500
Caladora eléctrica portátil	450	01	450
Sierra de disco portátil	150	01	150
SERRUCHO (3)	60	01	60
SERRUCHO de costilla	25	01	25
Caladora de arco	20	01	20
SERRUCHO de punta o para curvas	260	01	260
Mordazas paralelas (4)	480	01	480
Prensa de barra sargenta (4)	200	01	200
Prensa "C" (4)	10	01	10
Martillo	8	01	8
Tenaza	8	01	8
Mazo	4	01	4
Pata de cabra	1300	01	1300
Girómetro	9000	01	9000
Cepilladora de espesor	7000	01	7000
Tupi	9000	01	9000
Talador de pie	300	01	300
Taladro eléctrico de mano	1500	01	1500
Tupi Portátil	1000	01	1000
Juego de escofinas y limas	1000	01	1000
Juego de mechas o brocas para madera	120	01	120
Berbiquí	120	01	120
Taladro mecánico de mano	250	01	250
Escuadras	25	01	25
Llave francesa	130	01	130
Wincha de 30 metros, cinta metálica	15	01	15
Wincha de 15 metros (2)	8	01	8
Metro de madera 2 m.	8	01	8
Wincha de 5 m.	12000	01	12000
Generador de 20 KW.	120	01	120
Tornillo de banco	225	01	225
Soldador	400	01	400
Compresor	200	01	200
Motosierra	600	01	600
<b>SUB - TOTAL</b>			<b>110393</b>

<b>RESUMEN</b> <b>(Precio en Dólares Americanos)</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Parcial</b>	
<b>CAPACITACION</b>		
<b>Primera Etapa</b>		
Unidades Móviles Equipadas		486,000.00
Equipamiento en Topografía		544,760.00
<b>Segunda Etapa</b>		
Equipamiento en Electrotecnia		364,155.00
Educación a Distancia (Internet)		107,300.00
Video Conferencias		280,660.48
<b>INVESTIGACION</b>		
<b>Primera Etapa</b>		
Equipamiento para ensayos estructurales básicos en muretes.		88,600.00
Equipamiento para ensayos complementarios.		36,720.00
Equipamiento básico para preparación de especímenes.		12,200.00
<b>Segunda etapa</b>		
Equipamiento adicional para ensayo de carga lateral en muros a escala natural.		12,200.00
Equipo y herramientas para trabajo en madera.		110,393.00
<b>TOTAL</b>		<b>2,042,988.48</b>

JICA